

# ВИПРОБУВАННЯ СИЛОВИХ АГРЕГАТІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

## СИЛАБУС

Шифр і назва спеціальності	142 – Енергетичне машинобудування	Інститут / факультет	ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки
Назва програми	Енергетика	Кафедра	Двигуни та гібридні енергетичні установки
Тип програми	Освітньо-професійна	Мова навчання	Українська

### Викладач

Білик Сергій Юрійович, [serhii.bilyk@khp.edu.ua](mailto:serhii.bilyk@khp.edu.ua)



Доцент кафедри двигунів та гібридних енергетичних установок НТУ «ХПІ». Досвід роботи – 11 років. Автор близько 30 наукових праць. Лектор з дисциплін: «Випробування ДВЗ», «Хіммотологія та нуль-вуглеводневі джерела живлення силових агрегатів транспортних засобів».

### Загальна інформація про курс

Анотація	В рамках курсу вивчаються методи та особливості випробування двигунів, знання яких необхідні для фахівця конструкторсько - дослідницького профілю. а також для експлуатації двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) різних типів.
Цілі курсу	Мета вивчення дисципліни – надати студентам теоретичні знання та практичні вміння випробувань ДВЗ різноманітного призначення.
Формат	Лекції, лабораторні заняття, консультації. Підсумковий контроль - іспит
Семестр	VIII

## **Результати навчання**

ПР 2. Знання і розуміння інженерних наук на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях.

ПР 3. Розуміння широкого міждисциплінарного контексту спеціальності 142 Енергетичне машинобудування.

ПР 4. Застосовувати інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до спеціальності 142 Енергетичне машинобудування; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

ПР 6. Розробляти і проектувати вироби в галузі енергетичного машинобудування, процеси і системи, що задовольняють конкретні вимоги, які можуть включати обізнаність про нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти; обрання і застосовування адекватної методології проектування.

ПР 7. Проектувати об'єкти енергетичного машинобудування, застосувати сучасні комерційні та авторські програмні продукти на основі розуміння передових досягнень галузі.

ПР 10. Планувати і виконувати експериментальні дослідження за допомогою інструментальних засобів (вимірювальних приладів), оцінювати похибки проведення досліджень, робити висновки.

ПР 11. Розуміння застосовуваних методик проектування і досліджень у сфері енергетичного машинобудування, а також їх обмежень.

ПР 12. Застосовувати практичні навички вирішення завдань, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень.

ПР 13. Використовувати обладнання, матеріали та інструменти, інженерні технології і процеси, а також розуміння їх обмежень при вирішенні професійних завдань.

ПР 14. Застосовувати норми інженерної практики у сфері енергетичного машинобудування.

ПР 15. Розуміння нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) наслідків інженерної практики.

ПР 18. Ефективно спілкуватися з питань інформації, ідей, проблем та рішень з інженерним співтовариством і суспільством загалом.

ПРС4-1. Керувати професійною діяльністю, приймати участь у роботі над проектами відповідно до спеціалізації спеціальності 142 - Енергетичне машинобудування.

ПРС4-2. Використовувати знання щодо особливостей конструкцій основних елементів, вузлів і механізмів двигунів внутрішнього згоряння.

ПРС4-3. Застосовувати знання щодо випробувань двигунів внутрішнього згоряння, використовувати методи та технічні засоби для вимірювання основних параметрів

### **Теми що розглядаються**

**Тема 1.** Мета та завдання проведення випробувань. Існуючі види випробувань. Організація випробувань. Перелік параметрів, які треба вимірювати.

**Тема 2.** Нормативні документи на випробування двигунів. Нормативні документи на випробування автомобільних, тракторних, тепловозних та судових двигунів. Вимоги до методів і приладів вимірювання параметрів ДВЗ.

**Тема 3.** Метрологічні основи теплотехнічних вимірювань. Основні метрологічні поняття. Види похибок. Класи точності приладів вимірювання. Облік похибок прямих та непрямих вимірювань. Методи визначення статичних та динамічних похибок приладів вимірювання. Особливості вимірювання величин швидкодіючих процесів в ДВЗ.

**Тема 4.** Вимірювання тиску. Види та устрій приладів виміру тиску. Похибки виміру тиску та методи введення. Рідинні, механічні та електричні манометри. Методи вимірювання тиску в динамічних системах. Устрій спеціальних приладів виміру тиску.

**Тема 5.** Вимірювання температури. Поняття температури та температурних шкал. Прилади виміру температури та їх класифікація. Рідинні термометри та їх характеристики. Електричні термометри опору. Мостові схеми виміру опору. Похибки виміру температури електричними термометрами опору. Термопари – принцип дії та устрій. Прямий та компенсаційний методи виміру термо - е.д.с. Вимірювання температури швидких газових потоків. Методи гальмування потоків. Визначення похибок виміру.

**Тема 6.** Аналіз газів. Призначення та методи аналізу газів. Прилади для аналізу газів. Газовідбірні пристрої. Устрій та принцип дії електронних газоаналізаторів. Особливості їх застосування. Автоматична газова хроматографія. Устрій та принцип дії хроматографів. Тарировка та обробка результатів. Застосування результатів аналізу газів.

**Тема 7.** Вимірювання витрат рідин та газів. Вимірювання витрат пристроями змінного тиску. Вимірювання витрат приладами постійного тиску. Теплові пристрої виміру витрат газів. Вимірювання витрат палива. Вимоги до методів та приладів виміру витрат палива. Автоматичні прилади виміру витрат.

**Тема 8.** Методи та засоби вимірювання частоти обертання. Принцип дії та устрій механічних, електричних, індукційних та електронних тахометрів. Метрологічні характеристики цих тахометрів. Електромеханічні лічильники циклів. Методи та засоби виміру часу. Механічні та електронні прилади виміру часу.

**Тема 9.** Основні поняття та визначення. Індикаторна діаграма та форми її зображення. Цілі і завдання індиціювання. Індикаторна діаграма як джерело інформації про процеси в циліндрі двигуна. Визначення характеристик та показників циклу.

**Тема 10.** Вимоги до засобів індиціювання. Вимоги до індикаторних каналів. Особливості індикаторного процесу. Швидкість зростання тиску та

частотний спектр індикаторної діаграми. Динамічні характеристики приладів індикуювання. Похибки індикуювання та методи їх врахування.

**Тема 11.** Технічні засоби індикуювання. Типи індикаторів. Будова, технічні характеристики та порівняна оцінка різних індикаторів. Принцип дії та устрій стробоскопічних індикаторів. Принцип дії та устрій електричних індикаторів. Устрій датчиків електричних індикаторів. Амплітудні та частотні характеристики.

**Тема 12.** Обробка результатів індикуювання. Методи визначення дійсної відмітки ВМТ. Осереднення індикаторних діаграм. Застосування методів математичної статистики для осереднення діаграм. Обробка діаграм за допомогою ЕОМ.

**Тема 13.** Вимірювання шуму в ДВЗ. Причини утворення шуму в ДВЗ. Методи вимірювання шуму. Вимоги до приладів виміру шуму. Устрій приладів виміру.

**Тема 14.** Вимірювання вібрацій в ДВЗ. Причини утворення та методи виміру Вібрації в ДВЗ. Устрій приладів виміру вібрації.

### **Форма та методи навчання**

Використовуються словесні методи навчання (лекції, пояснення, інструктажі), наочні методи (ілюстрації, демонстрації), лабораторні методи (лабораторні роботи).

Поточний контроль реалізується у формі опитування, захисту лабораторних робіт, виконання індивідуальних завдань, проведення контрольних робіт. Контроль складової робочої програми, яка освоюється під час самостійної роботи студента, проводиться:

- з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів;
- з лабораторних занять, індивідуальних завдань – за допомогою перевірки виконаних завдань.

Семестровий контроль проводиться у формі екзамену.

Студент вважається допущеним до семестрового контролю з навчальної дисципліни за умови повного відпрацювання та здачі усіх лабораторних занять.

### Розподіл балів, які отримують студенти

Таблиця 2. – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для іспиту

Контрольні роботи	Лабораторні роботи	КР (КП)	РГЗ	Індивідуальні завдання	Тощо	Іспит	Сума
20	50	-	-	-	-	30	100

### Критерії та система оцінювання знань та вмінь студентів.

Згідно основних положень ЄКТС, під **системою оцінювання** слід розуміти сукупність методів (письмові, усні і практичні тести, екзамени, проекти, тощо), що використовуються при оцінюванні досягнень особами, що навчаються, очікуваних результатів навчання.

Успішне оцінювання результатів навчання є передумовою присвоєння кредитів особі, що навчається. Тому твердження про результати вивчення компонентів програм завжди повинні супроводжуватися зрозумілими та відповідними **критеріями оцінювання** для присвоєння кредитів. Це дає можливість стверджувати, чи отримала особа, що навчається, необхідні знання, розуміння, компетенції.

**Критерії оцінювання** – це описи того, що як очікується, має зробити особа, яка навчається, щоб продемонструвати досягнення результату навчання.

Основними концептуальними положеннями системи оцінювання знань та вмінь студентів є:

1. Підвищення якості підготовки і конкурентоспроможності фахівців за рахунок стимулювання самостійної та систематичної роботи студентів протягом навчального семестру, встановлення постійного зворотного зв'язку викладачів з кожним студентом та своєчасного коригування його навчальної діяльності.

2. Підвищення об'єктивності оцінювання знань студентів відбувається за рахунок контролю протягом семестру із використанням 100 бальної шкали (табл. 2). Оцінки обов'язково переводять у національну шкалу (з виставленням державної семестрової оцінки „відмінно”, „добре”, „задовільно” чи „незадовільно”) та у шкалу ECTS (A, B, C, D, E, FX, F).

Таблиця 3 – Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

Рейтингова Оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
1	2	3	4	5

90-100	А	Відмінно	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Глибоке знання</b> навчального матеріалу модуля, що містяться в <b>основних і додаткових літературних джерелах;</b></li> <li>- <b>вміння аналізувати</b> явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку;</li> <li>- <b>вміння проводити теоретичні розрахунки;</b></li> <li>- <b>відповіді на запитання чіткі, лаконічні, логічно послідовні;</b></li> <li>- <b>вміння вирішувати складні практичні задачі.</b></li> </ul>	Відповіді на запитання можуть містити <b>незначні неточності</b>
82-89	В	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Глибокий рівень знань</b> в обсязі <b>обов'язкового матеріалу</b>, що передбачений модулем;</li> <li>- <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки;</b></li> <li>- <b>вміння вирішувати складні практичні задачі.</b></li> </ul>	Відповіді на запитання містять <b>певні неточності;</b>
75-81	С	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Міцні знання</b> матеріалу, що вивчається, та його <b>практичного застосування;</b></li> <li>- <b>вміння давати аргументовані відповіді</b> на запитання і проводити <b>теоретичні розрахунки;</b></li> <li>- <b>вміння вирішувати практичні задачі.</b></li> </ul>	- <b>невміння використовувати</b> теоретичні знання для вирішення <b>складних практичних задач.</b>
64-74	Д	Задовільно	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу, що вивчається, та їх <b>практичного застосування;</b></li> <li>- <b>вміння вирішувати прості практичні задачі.</b></li> </ul>	Невміння давати <b>аргументовані відповіді</b> на запитання; <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>невміння аналізувати</b> викладений матеріал і <b>виконувати розрахунки;</b></li> <li>- <b>невміння вирішувати складні практичні задачі.</b></li> </ul>

60-63	Е	Задовільно	- Знання <b>основних фундаментальних положень</b> матеріалу модуля, - вміння вирішувати найпростіші <b>практичні задачі</b> .	Незнання <b>окремих (непринципових) питань</b> з матеріалу модуля; - невміння <b>послідовно і аргументовано</b> висловлювати думку; - невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні <b>практичних задач</b>
35-59	FX (потрібне додаткове вивчення)	Незадовільно	<b>Додаткове вивчення</b> матеріалу модуля може бути виконане <b>в терміни, що передбачені навчальним планом</b> .	Незнання <b>основних фундаментальних положень</b> навчального матеріалу модуля; - <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; - невміння розв'язувати <b>прості практичні задачі</b> .
1-34	Ф (потрібне повторне вивчення)	Незадовільно	-	- <b>Повна відсутність знань</b> значної частини навчального матеріалу модуля; - <b>істотні помилки</b> у відповідях на запитання; - незнання основних фундаментальних положень; - невміння орієнтуватися під час розв'язання <b>простих практичних</b>



				<b>задач</b>
--	--	--	--	--------------

### Основна література:

1. Дяченко В.Г. Основи теплотехніки і теплові машини : навч. посібник / – Харків: НТУ «ХП», 2002. – 135 с.

2. Марченко А.П. Двигуни внутрішнього згорання: Серія підручників в 6 томах. / За ред. проф. А.П. Марченка, засл. діяча науки України проф. А.Ф. Шеховцова – Харків: Видавн. центр НТУ “ХП”, 2004. –

3. Метрологія та вимірювальна техніка /Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін.: Підручник – Львів: Бескид Біт, 2003. – 544 с.

4. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Термодинаміка теплових двигунів» в 2х частинах для студентів спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування». / уклад.: Ліньков О.Ю., Кравченко С.С. – Харків: НТУ «ХП», 2019. – 52 с.

### Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Таблиця 4. – Перелік дисциплін

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на:	На результати вивчення цієї дисципліни безпосередньо спираються:
Основи технічної термодинаміки	Системи автоматичного регулювання двигунів внутрішнього згорання
Теорія двигунів внутрішнього згорання	Курсове проектування
Конструкції двигунів внутрішнього згорання	Бакалаврський проект

**Провідний лектор:** доц. Сергій БЛІК \_\_\_\_\_

(посада, звання, ПІБ)

(підпис)